

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-136012

(43) 公開日 平成11年(1999) 5月21日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

H 0 1 P 5/18

識別記号

F I

H 0 1 P 5/18

J

L

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平9-301693

(22) 出願日 平成9年(1997)11月4日

(71) 出願人 000006633

京セラ株式会社

京都府京都市伏見区竹田烏羽殿町6番地

(72) 発明者 池田 光太

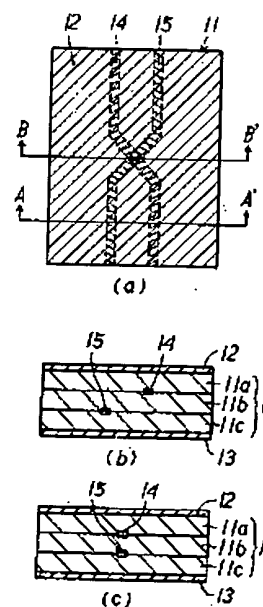
鹿児島県国分市山下町1番1号 京セラ株式会社鹿児島国分工場内

(54) 【発明の名称】 積層型方向性結合器

(57) 【要約】

【課題】 積層型方向性結合器において、信号線路の積層ずれに対する特性の変動が大きい。

【解決手段】 少なくとも3層の誘電体層11a~11cが積層された誘電体基板11と、その両主面に形成された接地導体12・13と、誘電体基板11の内部に誘電体層11bを介して形成された互いに電磁的に結合する一対の信号線路14・15とから成り、一対の信号線路14・15が、少なくとも1箇所で交差するとともにその交差の前後において互いに平行に配設されている積層型方向性結合器である。積層ずれが生じても交差部による電磁的結合力の変動がほとんどなく、所望の特性を安定して得ることができる。



特開平11-136012

2

(2)

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも3層の誘電体層が積層された誘電体基板と、該誘電体基板の両主面に形成された接地導体と、前記誘電体基板の内部に前記誘電体層を介して形成された互いに電磁的に結合する一対の信号線路とから成る積層型方向性結合器であって、前記一対の信号線路は、少なくとも1箇所で交差するとともに該交差の前後において互いに平行に配設されていることを特徴とする積層型方向性結合器。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、携帯通信端末等の通信機器に使用される、ストリップ線路で構成した積層型方向性結合器に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 携帯通信端末等の通信機器において高周波フィルタ等を使用されるマイクロ波帯あるいはミリ波帯の方向性結合器としては、従来より、誘電体基板上に2本〜数本のマイクロストリップ線路を略平行に配設して分布結合型の方向性結合器を形成する単層型方向性結合器が一般的であった。

【0003】 しかしながら、単層型方向性結合器には、微小な間隔でマイクロストリップ線路を配設することが製作上困難であり、また、誘電体基板上での回路の占有面積が大きいために小型化が困難であることから、誘電体基板内部に複数本のストリップ線路等を形成し、それらを分布結合させて構成する積層型方向性結合器が種々提案されている。

【0004】 例えば、特開昭59-169203号公報には、一方の面に地導体面を備えた第1および第2の誘電体基板と、第1および第2の誘電体基板の地導体面と異なる他方の面を対向させて、それらの面の間に設けた1枚以上の誘電体基板とから構成されるストリップ線路方向性結合器において、1枚以上の誘電体基板のそれぞれ一方の面あるいは両方の面を使用して、一定の長さの区間で合計3本以上のストリップ線路中心導体を互いに平行にブリント化したことを特徴とするストリップ線路方向性結合器が提案されている。これによれば、1つのストリップ線路方向性結合器は3分配器となるので、多分配器の構成の簡単化や損失の軽減・基板の節約の点で効果があるというものである。

【0005】 また、特開平4-26201号公報には、裏面に接地導体が形成された誘電体基板上に第1のストリップ導体を形成し、第1のストリップ導体上に誘電体膜を形成し、誘電体膜上に第1のストリップ導体に近接し電磁的に結合するように第2のストリップ導体を形成した方向性結合器において、第1のストリップ導体と第2のストリップ導体の結合部における第1のストリップ導体の線路長と第2のストリップ導体の線路長が互いに異なるように設定されたことを特徴とする方向性結合器が提

案されている。これによれば、所定の位相差を有する方向性結合器を構成することができ、また、第1のストリップ導体と第2のストリップ導体との間で大きな結合量を得ることができるというものである。

【0006】 さらに、特開平6-97766号公報には、積層型方向性結合器として、基板に形成された2本の信号線路が近接して対向することにより構成された方向性結合器を複数接続してなる高周波フィルタにおいて、2本の信号線路が異なる平面上に形成されて近接部分では基板の厚み方向で対向していることを特徴とする高周波フィルタが提案されている。この積層型方向性結合器によれば、互いに並走する結合線路が別の平面上に形成されているので、両線路の間に基板材を挟み、基板材の厚みを選択して結合度の調整をすることができ、また、この近接部分で基板材の厚み分の最小値を安定して得ることができるので、方向性結合器の結合度を大きくすることができ、これら方向性結合器からなる高周波フィルタの特性や設計自由度が向上するというものである。

【0007】 これらの積層型方向性結合器は、いずれも図4に(a)に平面図で、また(b)に断面図で示すように、その信号線路2・3の分布結合部を誘電体基板1の厚み方向で上面から平面視した場合に信号線路2・3同士が上下に重なるように対向して配置されるものである。

【0008】 なお、図4において、1a〜1cはそれぞれ誘電体基板1を構成すべく積層された誘電体層であり、4・5は誘電体基板の上面および下面に形成された接地導体である。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記のような従来の各積層型方向性結合器では、その信号線路の分布結合部において、信号線路が図4に示したようにいずれも線路長の方向で基板の厚み方向に上下に重なるように形成されており、この上下の重なり具合によって所望の電磁結合力を得ることによりその特性を制御するものであることから、実際の製作上で各層の積層ずれ、特に信号線路同士の面内方向での積層ずれが発生した場合、信号線路同士の結合力が弱まる傾向にあり、その結果、方向性結合器としての特性の変動が大きくなり、所望の特性の積層型方向性結合器を安定して得ることが困難であるという問題点があった。

【0010】 また、各層の積層ずれが発生しないようにして各層を厳密な位置関係で積層し量産することは技術的に難しく、コスト的にも時間的にも不利であるという問題点もあった。

【0011】 本発明は上記問題点を改善すべく案出されたものであり、その目的は、積層ずれによる特性の変動がなく所望の特性を安定して得ることができ、量産にも容易に対応できる積層型方向性結合器を提供することに

ある。

(3)

特開平11-136012

3

4

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明の積層型方向性結合器は、少なくとも3層の誘電体層が積層された誘電体基板と、この誘電体基板の両主面に形成された接地導体と、前記誘電体基板の内部に前記誘電体層を介して形成された互いに電磁的に結合する一対の信号線路とから成る積層型方向性結合器であって、前記一対の信号線路は、少なくとも1箇所で交差するとともに該交差の前後において互いに平行に配設されていることを特徴とするものである。

【0013】本発明の方向性結合器によれば、誘電体基板内部に形成された一対の信号線路の分布結合部において、それら信号線路を少なくとも1箇所で交差するとともにその交差の前後で互いに平行に配設したこととから、それら信号線路について積層ずれが生じても、その交差した部分による上下の信号線路の結合度合いは交差の前後の部分によって互いに相殺されるような挙動をとり、また、交差の前後の平行部分ではそれぞれ信号線路同士が近接・離反することによって互いに相殺されるような挙動をとるため、分布結合部における結合特性の変動はほとんどなく、その結果、所望の一定の電磁結合力を安定して得ることができるものとなり、方向性結合器としての結合特性の変動がほとんど発生しないものとなる。

【0014】また、このように積層ずれが生じてもその特性に変動を生じないものであることから、本発明の積層型方向性結合器によれば、量産にも技術的に容易に対応することができ、コスト的にも時間的にも有利なものとなる。

【0015】以上により、本発明によれば、積層ずれによる特性の変動がなく所望の特性を安定して得ることができ、量産にも容易に対応できる積層型方向性結合器を提供することができる。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明の積層型方向性結合器を添付図面に基づき詳細に説明する。図1(a)は本発明の積層型方向性結合器の実施の形態の一例を示す平面図であり、同図(b)および(c)はそれぞれ(a)のA-A'線断面図およびB-B'線断面図である。

【0017】これらの図において、11は少なくとも3層の誘電体層11a・11b・11cが積層されて成る誘電体基板であり、12・13はそれぞれ誘電体基板11の両主面に形成された接地導体である。14・15は誘電体基板11の内部に誘電体層11bを介して形成された互いに電磁的に結合する一対の信号線路であり、これら一対の信号線路14・15は、誘電体基板11の内部において少なくとも1箇所、本例では1箇所で立体的に交差するとともにその交差の前後において互いに平行になるように配設されており、この交差部分ならびにその前後の平行部分において電磁的に結合して分布結合型の方向性結合器を構成している。

【0018】このように、一対の信号線路14・15が誘電体基板11内部において交差するとともにその交差の前後においてそれぞれの信号線路14・15が互いに平行に配設されていることにより、それら信号線路14・15の平行部分について積層ずれが生じても、交差の前後の平行部分はそれぞれ近接・離反するように相殺されることから、分布結合部における結合特性の変動はほとんどなくなることとなり、その結果、所望の一定の電磁結合力を安定して得ることができる。

10 【0019】なお、この一対の信号線路14・15の交差は、必ずしも2本の線路が直交するように設ける必要はなく、また2ヵ所あるいは3ヵ所以上設けてもよいものであり、それらは方向性結合器の仕様等に応じて適宜設定される。

【0020】このように信号線路の交差を2ヵ所以上設ける場合、各交差間における信号線路の平行部分の長さは、積層型方向性結合器の仕様に応じて適宜設定される設計事項であるが、0.5～10mm程度とされる。この平行部分の長さは、短すぎると交差部の影響が大きくなり設計が難しくなるため、好適には0.5mm以上とすることが望ましい。また、平行部分の長さが長すぎると、回路部品として使用するにはサイズが大きくなるため、好適には10mm以下とすることが望ましい。

【0021】また、本発明に係る方向性結合器は通常は誘電体基板11内に形成される高周波回路(図示せず)の一部として形成されるので、この一対の信号線路14・15のそれぞれの端部は、誘電体基板11内部において他の回路と接続されてもよく、また誘電体基板11の側面に導出されて外部回路と接続されてもよく、あるいは誘電体基板11および接地導体12・13を貫通し、接地導体12・13とは電気的に絶縁された貫通導体(スルーホール導体やビアホール導体等)を介して接続されてもよい。

【0022】誘電体基板11を構成する誘電体層11a～11cは、例えばアルミナセラミックスやムライトセラミックス・窒化珪素セラミックス・窒化アルミナセラミックス・炭化珪素セラミックス等のセラミックス、あるいはガラスセラミックス・ガラスエポキシ・セラミック樹脂・プラスチック複合材料等の誘電体材料から成り、その作製に当たっては従来周知のグリーンシート積層法等が採用される。

【0023】また、その各誘電体層11a～11cの厚みは、各層の比誘電率や所望の特性等に応じて、例えば0.1～0.3mm程度とされる。

【0024】接地導体12・13は、例えば誘電体基板11がセラミックスから成る場合には、厚み約30μmのタングステン(W)メタライズ導体層等により、誘電体基板11の両主面のほぼ全面に、あるいは少なくとも一対の信号線路14・15が形成された領域を覆う部分に形成される。

50 その作製に当たっては従来周知の厚膜手法等が採用され、例えばスクリーン印刷法等によりメタライズ導体

(4)

特開平11-136012

5

ーシートを誘電体基板11あるいは誘電体基板11となるグリーンシートの積層体の両主面に印刷して焼成することにより、誘電体基板11の両主面に被着形成される。

【0025】なお、接地導体12・13を構成する導体材料としては、上記のタングステンの他にも、モリブデン（Mo）やW-Mo・Mo-マンガン（Mn）・銀（Ag）・銅（Cu）等の種々の金属を用いることができる。

【0026】一対の信号線路14・15は、例えば誘電体基板11がセラミックスから成る場合には、接地導体12・13と同様に、厚み約30 $\mu$ m・線幅約100 $\mu$ mのタングステン（W）メタライズ導体層等から成る線路導体により、誘電体基板11の内部の誘電体層、例えば本例では誘電体層11bの両主面、あるいは誘電体層11bの上面と誘電体層11cの上面とに、それぞれ誘電体層11bを介して立体的に交差するとともにその交差の前後において互いに平行になることにより互いに電磁的に結合するように所定パターンに形成される。その作製に当たっては従来周知の厚膜手法等が採用され、例えばスクリーン印刷法等によりメタライズ導体ペーストを誘電体基板11の内部の誘電体層である誘電体層11bとなるグリーンシートの両主面、あるいは誘電体層11bとなるグリーンシートと誘電体層11cとなるグリーンシートのそれぞれの上面に印刷して焼成することにより、誘電体層11bを介して一対の信号線路14・15として誘電体基板11の内部に形成される。

【0027】ここで、信号線路14・15の線幅や線路長は積層型方向性結合器の仕様に応じて適宜設定される設計事項であるが、例えば線幅は、通常0.1～0.3mm程度とされる。

【0028】また、一対の信号線路14・15の交差部の長さは、短すぎると積層ずれを十分に吸収することができず、またこの交差部によって所望の電磁的結合力を得ることが困難となる傾向にあるので、好適には0.05mm以上、より好適には0.1mm以上（線幅100 $\mu$ mの信号線路14・15同士を直交するように交差させた場合に相当）とすることが望ましい。また、交差部の長さが長すぎると、信号線路14・15間の距離が離れるために所望の電磁結合力を得ることが困難となる傾向にあるので、好適には0.3mm以下とすることが望ましい。

【0029】また、一対の信号線路14・15を交差部の前後において互いに平行に配設する場合には、その間隔は、小さすぎると信号線路14・15の積層ずれが発生した場合にその影響を受けてしまい積層ずれを吸収することができなくなる傾向があり、他方、大きすぎると方向性結合器としての所望の電磁的結合力を十分に得ることが困難となる傾向にあるため、例えば0.05～0.3mm程度に設定するのが適当である。

【0030】なお、信号線路14・15を構成する導体材料としては、接地導体12・13と同様、上記のタングステン

6

の他にも、MoやW-Mo・Mo-Mn・Ag・Cu等の種々の金属を用いることができる。

【0031】次に、本発明の積層型方向性結合器の実施の形態の他の例を、図2（a）および（b）にそれぞれ平面図で示す。なお、これらの平面図においては、説明のために接地導体の図示を省略してある。

【0032】図2（a）に示した例は、両主面に接地導体（図示せず）が形成された誘電体基板16の内部に、中央部の3ヵ所で交差するとともにその交差の前後において互いに平行となるように一対の信号線路17・18を配設し、それぞれの信号線路17・18の平行部分の長さを同図中に示すように順に右側でR1～R4、左側でL1～L4としたときに、片側の信号線路において方向性結合器の左右での平行部分の各々の線路長の合計が同じとなるように、すなわち、 $R1+R2+R3+R4=L1+L2+L3+L4$ とするとともに、 $R1+R3=L2+L4$ 、 $R2+R4=L1+L3$ としたものである。

【0033】このような構成によっても、信号線路17・18に積層ずれが生じても、交差の前後の平行部分における結合力の変動はそれぞれ近接・離反するように相殺されるため、分布結合における結合特性の変動はほとんどなく、その結果、所望の電磁結合力を安定して得ることができる。

【0034】また、信号線路17・18の平行部分の線路長を上記のように設定することにより、信号線路17・18に積層ずれが生じても、信号線路18のうち信号線路17に近接（または離反）する線路長R1+R3と離反（または近接）する線路長L2+L4とが同じであり、同じく信号線路17のうち信号線路18に近接（または離反）する線路長L1+L3と離反（または近接）する線路長R2+R4とが同じであることから、交差部の左右において近接・離反する平行部分の長さがそれぞれ等しくなるので、積層ずれによる結合力の変動を相殺する効果が極めて大きくなり、分布結合における結合特性の変動をより一層抑制することができ、その結果、所望の電磁結合力を安定して得ることができ、同時に量産にも容易に対応できるものとなる。

【0035】図2（b）に示した例は、両主面に接地導体（図示せず）が形成された誘電体基板19の内部に、それぞれ中央部の4ヵ所で交差するとともにその交差の前後において互いに平行となるように一対の信号線路20・21を配設し、それぞれの信号線路20・21の平行部分の長さを同図中に示すように順に右側でR1～R4、左側でL1～L4としたときに、片側の信号線路において方向性結合器の左右での平行部分の各々の線路長の合計が同じとなるように、すなわち、 $R1+R2+R3+R4=L1+L2+L3+L4$ とするとともに、 $R1+R3+R5=L2+L4$ 、 $R2+R4=L1+L3+L5$ としたものである。

【0036】このような構成によっても、信号線路20・

(5)

特開平11-136012

7

8

21に積層ずれが生じても、交差の前後の平行部分における結合力の変動はそれぞれ近接・離反するように相殺されるため、分布結合における結合特性の変動はほとんどなく、その結果、所望の電磁結合力を安定して得ることができる。

【0037】また、信号線路20・21の平行部分の線路長を上記のように設定することにより、信号線路20・21に積層ずれが生じても、信号線路21のうち信号線路20に近接（または離反）する線路長 $R1+R3+R5$ と離反（または近接）する線路長 $L2+L4$ とが同じであり、10 同じく信号線路20のうち信号線路21に近接（または離反）する線路長 $L1+L3+L5$ と離反（または近接）する線路長 $R2+R4$ とが同じであることから、交差部の左右において近接・離反する平行部分の長さがそれぞれ等しくなるので、積層ずれによる結合力の変動を相殺する効果が極めて大きくなり、分布結合における結合特性の変動をより一層抑制することができ、その結果、所望の電磁結合力を安定して得ることができ、同時に量産にも容易に対応できるものとなる。

【0038】

【実施例】以下のようにして、図1に示した本発明の積層型方向性結合器を作製した。

【0039】まず、アルミナセラミックスのセラミックグリーンシートと、タングステン粉末を有機溶剤に混合して調製した金属ペーストとを準備した。そして、焼成後に誘電体層11cとなるグリーンシートの下面のほぼ全面に接地導体13となる金属ペーストを塗布するとともに15 上面に信号線路15となる線路パターン15の金属ペーストをスクリーン印刷法により印刷し、焼成後に誘電体層11bとなるグリーンシートの上面に信号線路14となる線路パターンの金属ペーストをスクリーン印刷法により印刷し、焼成後に誘電体層11aとなるグリーンシートの上面のほぼ全面に接地導体12となる金属ペーストを塗布し、これらを積層した後、還元雰囲気中約1600℃で一体焼成した。

【0040】これにより、各誘電体層11a～11cの厚みがそれぞれ200 μmであるアルミナセラミックスから成る誘電体基板11の両主面に厚み30 μmのタングステンメタライズ導体層から成る接地導体12・13を形成し、誘電体層11bおよび11cの上面にそれぞれ厚み30 μm・線幅100 μmのタングステンメタライズ導体層から成る一対の信号線路14・15を形成して立体的に1ヵ所で交差することにより電磁的に結合させた、本発明の積層型方向性結合器の実施例Aを作製した。

【0041】また、上記と同様にして、図4に示した従来の積層型方向性結合器を作製し、各誘電体層1a～1cの厚みがそれぞれ200 μmであるアルミナセラミックスから成る誘電体基板1の両主面に厚み30 μmのタングステンメタライズ導体層から成る接地導体4・5を形成し、誘電体層1bおよび1cの上面にそれぞれ厚み30 μm

m・線幅100 μmのタングステンメタライズ導体層から成る、互いに上下に平行な一対の信号線路2・3を形成して電磁的に結合させた、積層型方向性結合器の比較例Bを作製した。

【0042】そして、これら本発明の実施例Aおよび比較例Bの積層型方向性結合器について、それぞれの信号線路に接触するプローブを備えた治具を使用して各信号線路をネットワークアナライザと電気的に接続し、このネットワークアナライザを用いた測定によりSパラメータを分析して、それらSパラメータにより結合量を評価した。

【0043】これらの測定結果として、それぞれの結合特性の変動を、本発明の実施例Aについて図3(a)に、また比較例Bについて図3(b)に示す。

【0044】図3(a)および(b)はそれぞれ方向性結合器の結合量の周波数特性を示す線図であり、縦軸は結合量(単位: dB)を、横軸は周波数f(単位: MHz)を表わし、図中の太線は方向性結合器の結合量の設計値を、細線は一対の信号線路間に0.15mmの積層ずれが生じたときの結合量の測定値を示している。

【0045】図3(b)より、従来の積層型方向性結合器である比較例Bによれば、0.15mmの積層ずれに対して結合量が1 dB程度劣化し、積層ずれに対する特性の変動が大きいことが分かる。これに対し、図3(a)より、本発明の積層型方向性結合器である実施例Aによれば、0.15mmの積層ずれに対する特性の変動は±0.1 dB程度であり、従来のものに比較して特性の変動がほとんどない、安定した特性の積層型方向性結合器が得られたことが分かる。

【0046】以上の結果より、本発明の積層型方向性結合器によれば、積層ずれによる特性の変動がなく所望の特性を安定して得ることができ、量産にも容易に対応できることが確認できた。

【0047】なお、本発明は以上の例に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で変更や改良を加えることは何ら差し支えない。例えば、個別部品としての積層型方向性結合器としてもよい。

【0048】

【発明の効果】本発明の積層型方向性結合器によれば、誘電体基板内部に形成された一対の信号線路の分布結合部において、それら信号線路を少なくとも1箇所であらうに配設したことから、信号線路について積層ずれが生じてもその交差した部分による上下の信号線路の結合度合いは交差の前後の部分によって互いに相殺されるような挙動をとり、また、交差の前後の平行部分ではそれぞれ信号線路同士が近接・離反することによって互いに相殺されるような挙動をとるため、分布結合部における結合特性の変動はほとんどなく、その結果、所望の一定の電磁結合力を安定して得ることができるものとなり、

(6)

特開平11-136012

9

10

方向性結合器としての結合特性の変動がほとんど発生しないものとできた。

【0049】また、本発明の積層型方向性結合器によれば、信号線路間に積層ずれが生じてもその結合特性に変動を生じないものであることから、量産にも技術的に容易に対応することができ、コスト的にも時間的にも有利なものとなる。

【0050】以上により、本発明によれば、積層ずれによる特性の変動がなく所望の特性を安定して得ることができ、量産にも容易に対応できる積層型方向性結合器を提供することができた。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)および(b)・(c)は、それぞれ本発明の積層型方向性結合器の実施の形態の一例を示す平面図および(a)のA-A'線断面図・B-B'線断面図\*

\*である。

【図2】(a)および(b)は、それぞれ本発明の積層型方向性結合器の実施の形態の他の例を示す平面図である。

【図3】(a)および(b)は、それぞれ本発明の実施例および比較例の積層型方向性結合器の結合量の周波数特性を示す線図である。

【図4】(a)および(b)は、それぞれ従来の積層型方向性結合器の構成を説明するための平面図および断面図である。

【符号の説明】

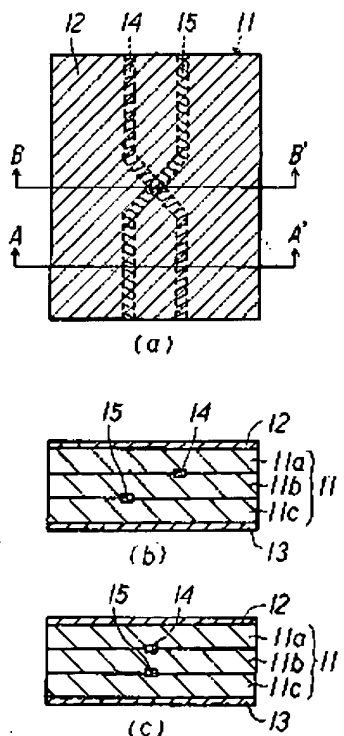
11、16、19・・・誘電体基板

11a、11b、11c・・・誘電体層

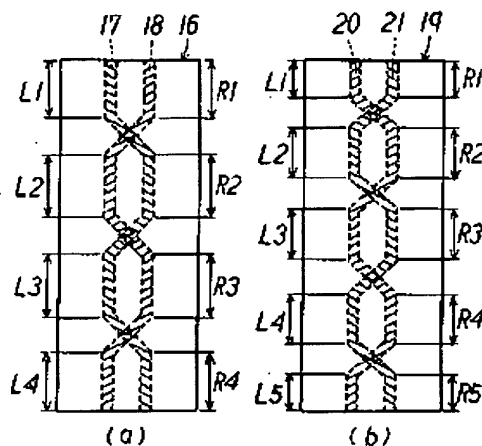
12、13・・・接地導体

14、15、17、18、20、21・・・信号線路

【図1】



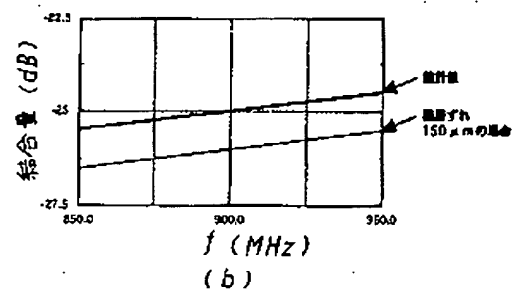
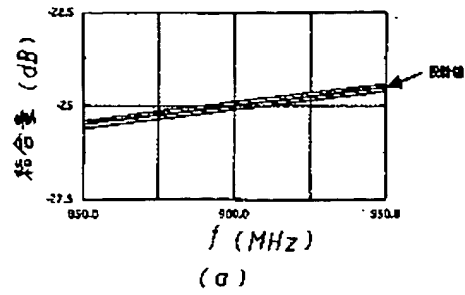
【図2】



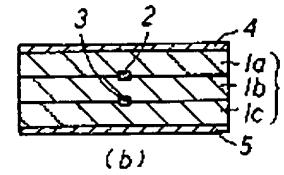
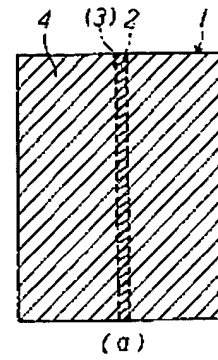
(7)

特開平11-136012

【図3】



【図4】



**\* NOTICES \***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] the grounding formed in both the principal planes of the dielectric substrate to which the laminating of at least three-layer dielectric layer was carried out, and this dielectric substrate -- with a conductor It is the laminating type directional coupler which consists of the signal-line way of the couple combined-like. it was formed in the interior of the aforementioned dielectric substrate through the aforementioned dielectric layer -- mutual -- electromagnetism -- the signal-line way of the aforementioned couple The laminating type directional coupler characterized by being mutually arranged in parallel before and after this transposition while crossing by at least one place.

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to the laminating type directional coupler which is used for communication equipments, such as a pocket communication terminal, and which was constituted from the strip line.

[0002]

[Description of the Prior Art] The monolayer type directional coupler which arranges the microstrip line of two - several in abbreviation parallel, and forms a distribution combination type directional coupler on a dielectric substrate conventionally as a directional coupler of the microwave band used for a high pass filter etc. in communication equipments, such as a pocket communication terminal, or a millimeter wave band was common.

[0003] However, since the occupancy area of the circuit on a dielectric substrate is large and the miniaturization is [ that the manufacture top is difficult for arranging a microstrip line at a minute spacing to the monolayer type directional coupler and ] difficult, the laminating type directional coupler which forms two or more strip lines etc. in the interior of a dielectric substrate, is made to carry out distribution combination of them, and is constituted is proposed variously.

[0004] for example, to JP,59-169203,A The field of another side different from the ground conductor side of the 1st and 2nd dielectric substrates which equipped one field with the



ground conductor side, and the 1st and 2nd dielectric substrates is made to counter. In the strip-line directional coupler which consists of one or more dielectric substrates prepared among those fields The field of one or more dielectric substrates which is one side, respectively, or both fields are used, and the strip-line directional coupler characterized by print-izing mutually the strip-line central conductor of a total or more of three in parallel in the section of a fixed length is proposed. According to this, since one strip-line directional coupler turns into three distributors, it is effective in respect of saving of mitigation and the substrate of simplification of the configuration of many distributors, or a loss.

[0005] A conductor is formed. moreover -- JP,4-26201,A -- a rear face -- a grounding -- the dielectric substrate top in which the conductor was formed -- the 1st strip -- In the directional coupler in which the conductor was formed the 1st strip -- a conductor -- a top -- a dielectric film -- forming -- a dielectric-film top -- the 1st strip -- a conductor -- approaching -- electromagnetism -- it joins together-like -- as -- the 2nd strip -- the 1st strip -- a conductor and the 2nd strip -- the 1st strip in the bond part of a conductor -- the track length of a conductor, and the 2nd strip -- the directional coupler characterized by being set up so that the track length of a conductor may differ mutually is proposed the directional coupler which has predetermined phase contrast according to this -- it can constitute -- moreover, the 1st strip -- a conductor and the 2nd strip -- the big amount of combination can be obtained between conductors

[0006] Furthermore, in the high pass filter which comes to connect two or more directional couplers constituted when two signal-line ways formed in the substrate approach and countered JP,6-97766,A as a laminating type directional coupler, the high pass filter characterized by being formed on the flat surface from which two signal-line ways are different, and having countered in the thickness orientation of a substrate in the contiguity fraction is proposed. Since the tie way which runs parallel to mutually is formed on another flat surface according to this laminating type directional coupler Since substrate material is inserted between both line ways, the thickness of substrate material can be chosen, degree of coupling can be adjusted, and it is stabilized and the minimum value for thickness of substrate material can be obtained in this contiguity fraction The property and design degree of freedom of a high pass filter which can enlarge the degree of coupling of a directional coupler and consist of these directional couplers improve.

[0007] Each of these laminating type directional couplers is arranged face to face so that signal-line way 2 and 3 comrades may lap with (a) up and down in drawing 4 , when it is a plan and plane view of the signal-line way 2 and the distribution bond part of 3 is carried out to (b) from a top in the thickness orientation of the dielectric substrate 1, as shown in a cross section.

[0008] in addition, the grounding to which 1a-1c are the dielectric layers by which the laminating was carried out that the dielectric substrate 1 should be constituted in drawing 4 , respectively, and 4-5 was formed in the top and inferior surface of tongue of a dielectric substrate -- it is a conductor

[0009]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] however, in each above conventional laminating type directional couplers It is formed so that all may lap in the thickness orientation of a substrate up and down in the orientation of track length in the distribution bond part of the signal-line way, as the signal-line way showed in drawing 4 . From it being what controls the

property by acquiring the desired electromagnetic-coupling force according to the lap condition under besides It is on an actual manufacture. A laminating gap of each class, when the laminating gap by the field inboard of signal-line ways occurs especially, It was in the inclination that the bonding strength of signal-line ways becomes weaker, and as a result, change of the property as an orientation student coupler became large, and there was a trouble where it was difficult to be stabilized and to obtain the laminating type directional coupler of a desired property.

[0010] Moreover, as a laminating gap of each class did not occur, it was technically difficult to carry out the laminating of each class and to mass-produce it by strict physical relationship, and it also had the trouble also in cost and in time of being disadvantageous.

[0011] this invention is thought out that the above-mentioned trouble should be improved, the purpose does not have change of the property by laminating gap, it can be stabilized, a desired property can be acquired, and it is in offering the laminating type directional coupler which can correspond also to mass production easily.

[0012]

[Means for Solving the Problem] The dielectric substrate to which, as for the laminating type directional coupler of this invention, the laminating of at least three-layer dielectric layer was carried out, It is the laminating type directional coupler which consists of the signal-line way of the couple combined-like. the grounding formed in both the principal planes of this dielectric substrate -- it was formed in a conductor and the interior of the aforementioned dielectric substrate through the aforementioned dielectric layer -- mutual -- electromagnetism -- It is characterized by arranging the signal-line way of the aforementioned couple in parallel mutually before and after this transposition while it crosses by at least one place.

[0013] In the distribution bond part of the signal-line way of the couple which was formed in the interior of a dielectric substrate according to the directional coupler of this invention Since these signal-lines way was mutually arranged in parallel before and after the transposition while crossing by at least one place, even if a laminating gap arises about these signal-lines way The joint degree of the signal-line way of the upper and lower sides by the crossing fraction takes the behavior which is mutually offset by the fraction before and after a transposition. Moreover, in order to take the behavior which is mutually offset when signal-line ways approach and desert in the parallel part before and after a transposition, respectively, Almost, there is no change of a joint property in a distribution bond part, and, as a result, it becomes what is stabilized and can acquire the desired fixed electromagnetic-coupling force, and change of the joint property as a directional coupler hardly generates it.

[0014] Moreover, since change is not produced in the property even if a laminating gap arises in this way, according to the laminating type directional coupler of this invention, it can correspond also to mass production easily technically, and, also in cost and in time, will become advantageous.

[0015] By the above, according to this invention, there is no change of the property by laminating gap, it is stabilized, a desired property can be acquired, and the laminating type directional coupler which can correspond also to mass production easily can be offered.

[0016]

[Embodiments of the Invention] Hereafter, the laminating type directional coupler of this invention is explained in detail based on an accompanying drawing. Drawing 1 (a) is a plan showing an example of the gestalt of operation of the laminating type directional coupler of this

invention, and this drawing (b) and (c) are the A-A' line cross section and B-B' line cross sections of (a), respectively.

[0017] the grounding to which 11 is a dielectric substrate of which the laminating of dielectric at least three-layer layer 11a, 11b, and the 11c is carried out, and it consists in these drawings, and 12-13 was formed in both the principal planes of the dielectric substrate 11, respectively -- it is a conductor. It is the signal-line way of the couple combined-like. 14-15 was formed in the interior of the dielectric substrate 11 through dielectric layer 11b -- mutual -- electromagnetism -- the signal-line way 14-15 of these couples. It is arranged so that it may become parallel mutually before and after the transposition, while crossing in three dimensions by at least one place and this example in the interior of the dielectric substrate 11 at one place. a part for this intersection, and the parallel part before and behind it -- setting -- electromagnetism -- it joins together-like and the distribution combination type directional coupler is constituted.

[0018] Thus, by arranging mutually each signal-line way 14-15 in parallel before and after the transposition, while the signal-line way 14-15 of a couple crosses in the dielectric substrate 11 interior. Even if a laminating gap arises about the parallel part of these signal-lines way 14-15. Since each other is offset so that the parallel part before and after a transposition may approach and desert, respectively, most change of a joint property in a distribution bond part will be lost, as a result, is stabilized and can acquire the desired fixed electromagnetic-coupling force.

[0019] In addition, necessarily, it is not necessary to prepare a transposition of the signal-line way 14-15 of this couple and so that two tracks may intersect perpendicularly, and three or more places may be prepared and they are suitably set [ two places or ] up according to the specification of a directional coupler etc.

[0020] Thus, when preparing two or more transpositions of a signal-line way, although the length of the parallel part of the signal-line way during each transposition is a design matter suitably set up according to the specification of a laminating type directional coupler, it is set to about 0.5-10mm. Since the influence of an intersection will become large and a design will become difficult if too short, as for the length of this parallel part, it is desirable to carry out to more than 0.5 mm suitably. Moreover, if the length of a parallel part is too long, since a size will become large for using it as passive circuit elements, it is desirable to be suitably referred to as 10mm or less.

[0021] Moreover, since the directional coupler concerning this invention is formed as a part of RF circuit (not shown) usually formed in the dielectric substrate 11. Each edge of the signal-line way 14-15 of this couple. It may connect with other circuits in the dielectric substrate 11 interior, and it may be drawn by the side face of the dielectric substrate 11, and you may connect with an external circuit. or the dielectric substrate 11 and a grounding -- a conductor 12-13 -- penetrating -- a grounding -- the penetration insulated electrically [ a conductor 12-13 ] -- you may connect through conductors (through hole a conductor and a beer hall conductor etc.)

[0022] The dielectric layers 11a-11c which constitute the dielectric substrate 11 consist of dielectric materials, such as ceramics, such as an alumina ceramics, and a mullite ceramics, a silicon-nitride ceramics, a nitriding alumina ceramics, a silicon carbide ceramics, or crystallized-glass glass epoxy ceramic-plastics composite material, and a well-known green-sheet laminated layers method etc. is conventionally adopted in the production.

[0023] Moreover, thickness of each of those dielectric layers 11a-11c is made into 0.1 - 0.3 mm grade, corresponding to the specific inductive capacity of each class, a desired property, etc.

[0024] a grounding -- the case where, as for a conductor 12-13, the dielectric substrate 11 consists of a ceramics -- a tungsten (W) metallizing conductor layer with a thickness of about 30 micrometers etc. -- both the principal planes of the dielectric substrate 11 -- the whole surface or the field in which the signal-line way 14 of a couple and 15 were formed at least is mostly formed in a wrap fraction in the production, the well-known thick-film technique etc. adopts conventionally -- having -- for example, a screen printing etc. -- metallizing -- a conductor -- covering formation is carried out at both the principal planes of the dielectric substrate 11 by printing and calcinating a paste to both the principal planes of the layered product of the green sheet used as the dielectric substrate 11 or the dielectric substrate 11

[0025] in addition, a grounding -- as conductor material which constitutes a conductor 12-13, the various metals other than the above-mentioned tungsten, such as molybdenum (Mo), and W-Mo and Mo-manganese (Mn), silver (Ag), and copper (Cu), can be used

[0026] When the dielectric substrate 11 consists of a ceramics, the signal-line way 14-15 of a couple a grounding -- a conductor 12-13 -- the same -- the thickness of about 30 micrometers, and line breadth 100 [ about ] the track which consists of the tungsten (W) metallizing conductor layer of mum etc. -- by the conductor internal dielectric layer, for example, this example, of the dielectric substrate 11, both the principal planes of dielectric layer 11b, or the thing mutually become parallel before and after the transposition while the top of dielectric layer 11b and the top of dielectric layer 11c are intersected in three dimensions through dielectric layer 11b, respectively -- mutual -- electromagnetism -- it is formed in a predetermined pattern so that it may join together-like in the production, the well-known thick-film technique etc. adopts conventionally -- having -- for example, a screen printing etc. -- metallizing -- a conductor -- both the principal planes of the green sheet which serves as dielectric layer 11b which is a dielectric layer inside the dielectric substrate 11 in a paste -- Or by printing and calcinating on each top of the green sheet used as the green sheet and dielectric layer 11c used as dielectric layer 11b, it is formed in the interior of the dielectric substrate 11 as a signal-line way 14-15 of a couple through dielectric layer 11b.

[0027] Here, although the line breadth and the track length of the signal-line way 14-15 are a design matter suitably set up according to the specification of a laminating type directional coupler, line breadth is usually made into 0.1 - 0.3 mm grade, for example.

[0028] moreover -- if the length of the intersection of the signal-line way 14-15 of a couple is too short -- a laminating gap -- enough -- being unabsorbable -- moreover, the electromagnetism of a request by this intersection -- since it is in the inclination that it becomes difficult to obtain the-like bonding strength, it is suitably desirable to carry out to more than 0.1 mm (considerable, when it is made to cross so that 14-signal-line way 15 comrades of line breadth 100 mum may be intersected perpendicularly) more suitably 0.05mm or more Moreover, since it is in the inclination that it becomes difficult to acquire the desired electromagnetic-coupling force in order that the distance between the signal-line ways 14.15 may separate when the length of an intersection is too long, it is desirable to carry out to below 0.3 mm suitably.

[0029] moreover, in arranging mutually the signal-line way 14-15 of a couple in parallel before and after an intersection When too small and a laminating gap of the signal-line way 14-15

occurs, the spacing is influenced [ the ] and tends to become unable to absorb a laminating gap. on the other hand -- if too large -- the desired electromagnetism as a directional coupler -- since it is in the inclination that it becomes difficult to fully obtain the-like bonding strength, it is appropriate to set it as 0.05 - 0.3 mm grade

[0030] in addition -- the conductor material which constitutes the signal-line way 14-15 \*\*\*\*\* -- a grounding -- the various metals other than the above-mentioned tungsten, such as Mo, and W-Mo, Mo-Mn and Ag, Cu, can be used like a conductor 12-13

[0031] Next, a plan shows other examples of the gestalt of operation of the laminating type directional coupler of this invention to the drawing 2 (a) and (b), respectively. in addition, these plans -- setting -- an explanation sake -- a grounding -- illustration of a conductor is omitted

[0032] the example shown in drawing 2 (a) -- both principal planes -- a grounding -- inside [ in which the conductor (not shown) was formed ] the dielectric substrate 16 The signal-line way 17-18 of a couple is arranged so that it may become parallel mutually before and after the transposition, while crossing by three places of a center section. As shown all over this drawing, when the length of the parallel part of each signal-line way 17-18 is set to L1-L4 on R1-R4, and left-hand side on the right-hand side at order It is referred to as  $R1+R3=L2+L4$  and  $R2+R4=L1+L3$  while it is referred to as  $R1+R2+R3+R4=L1+L2+L3+L4$  so that the sum of each track length of the parallel part in right and left of a directional coupler may become the same in the signal-line way of one side.

[0033] There is almost no change of a joint property in distribution combination, since the change of bonding strength in the parallel part before and after a transposition is offset by such configuration, respectively so that it may approach and desert even if a laminating gap arises on the signal-line way 17-18, as a result, is stabilized and can acquire the desired electromagnetic-coupling force by it.

[0034] Moreover, by setting up the track length of the parallel part of the signal-line way 17-18 as mentioned above Even if a laminating gap arises on the signal-line way 17-18, track length L2+L4 which deserts with track length R1+R3 which approaches the signal-line way 17 among the signal-line ways 18 (or estrangement) (or contiguity) is the same. From track length R2+R4 which deserts with track length L1+L3 which similarly approaches the signal-line way 18 among the signal-line ways 17 (or estrangement) (or contiguity) being the same Since the length of a contiguity and the parallel part which deserts becomes equal in right and left of an intersection, respectively The effect which offsets change of the bonding strength by laminating gap becomes very large, and the change of a junction property in distribution combination can be suppressed much more, and as a result, it is stabilized, the desired electromagnetic-coupling force can be acquired, and it can correspond also to mass production easily simultaneously.

[0035] the example shown in drawing 2 (b) -- both principal planes -- a grounding -- inside [ in which the conductor (not shown) was formed ] the dielectric substrate 19 The signal-line way 20-21 of a couple is arranged so that it may become parallel mutually before and after the transposition, while crossing by four places of a center section, respectively. As shown all over this drawing, when the length of the parallel part of each signal-line way 20-21 is set to L1-L4 on R1-R4, and left-hand side on the right-hand side at order It is referred to as  $R1+R3+R5=L2+L4$  and  $R2+R4=L1+L3+L5$  while it is referred to as  $R1+R2+R3+R4=L1+L2+L3+L4$  so that the sum of each track length of the parallel part

in right and left of a directional coupler may become the same in the signal-line way of one side.

[0036] There is almost no change of a joint property in distribution combination, since the change of bonding strength in the parallel part before and after a transposition is offset by such configuration, respectively so that it may approach and desert even if a laminating gap arises on the signal-line way 20-21, as a result, is stabilized and can acquire the desired electromagnetic-coupling force by it.

[0037] Moreover, by setting up the track length of the parallel part of the signal-line way 20-21 as mentioned above Even if a laminating gap arises on the signal-line way 20-21, track length  $L2+L4$  which deserts with track length  $R1+R3+R5$  which approaches the signal-line way 20 among the signal-line ways 21 (or estrangement) (or contiguity) is the same. From track length  $R2+R4$  which deserts with track length  $L1+L3+L5$  which similarly approaches the signal-line way 21 among the signal-line ways 20 (or estrangement) (or contiguity) being the same Since the length of a contiguity and the parallel part which deserts becomes equal in right and left of an intersection, respectively The effect which offsets change of the bonding strength by laminating gap becomes very large, and the change of a junction property in distribution combination can be suppressed much more, and as a result, it is stabilized, the desired electromagnetic-coupling force can be acquired, and it can correspond also to mass production easily simultaneously.

[0038]

[Example] The laminating type directional coupler of this invention shown in drawing 1 as follows was produced.

[0039] First, the metal paste which mixed and prepared the ceramic green sheet and tungsten powder of an alumina ceramics to the organic solvent was prepared. The metal paste of the track pattern which serves as the signal-line way 15 on the top while the metal paste used as a conductor 13 is applied is printed with a screen printing. and the inferior surface of tongue of a green sheet which serves as dielectric layer 11c after baking -- almost -- the whole surface -- a grounding -- The metal paste of the track pattern used as the signal-line way 14 is printed with a screen printing on the top of a green sheet which serves as dielectric layer 11b after baking. the top of a green sheet which serves as dielectric layer 11a after baking -- almost -- the whole surface -- a grounding -- after having applied the metal paste used as a conductor 12 and carrying out the laminating of these, it really calcinated at about 1600 degrees C among reducing atmosphere

[0040] thereby -- the thickness of each dielectric layers 11a-11c -- respectively -- 200 A conductor 12-13 is formed. the grounding which changes from a tungsten metallizing conductor layer with a thickness of 30 micrometers to both the principal planes of the dielectric substrate 11 which consists of the alumina ceramics which is mum -- the top of the dielectric layers 11b and 11c -- respectively -- the thickness of 30 micrometers, and line breadth 100 forming the signal-line way 14-15 of the couple which consists of the tungsten metallizing conductor layer of mum, and crossing by one place in three dimensions -- electromagnetism -- it was made to join together-like -- Example A of the laminating type directional coupler of this invention was produced.

[0041] Moreover, the conventional laminating type directional coupler shown in drawing 4 is produced like the above. the thickness of each dielectric layers 1a-1c -- respectively -- 200 A conductor 4-5 is formed. the grounding which changes from a tungsten metallizing conductor

layer with a thickness of 30 micrometers to both the principal planes of the dielectric substrate 1 which consists of the alumina ceramics which is  $\mu\text{m}$  -- the top of the dielectric layers 1b and 1c -- respectively -- the thickness of 30 micrometers, and line breadth 100 the signal-line way 2-3 of a couple parallel mutual up and down which consists of the tungsten metallizing conductor layer of  $\mu\text{m}$  -- forming -- electromagnetism -- example B of a comparison of the laminating type directional coupler combined-like was produced

[0042] And about the laminating type directional coupler of example A of these this inventions, and example B of a comparison, each signal-line way was electrically connected with the network analyzer using the fixture equipped with the probe in contact with each signal-line way, the measurement using this network analyzer analyzed the S parameter, and the amount of combination was evaluated by these S parameters.

[0043] As these measurement results, example A of this invention is shown in drawing 3 (a), and change of each joint property is shown in drawing 3 (b) about example B of a comparison.

[0044] The drawing 3 (a) and (b) are the diagrams showing the frequency characteristic of the amount of combination of a directional coupler, respectively, an axis of ordinate expresses the amount (unit: dB) of combination, a quadrature axis expresses frequency  $f$  (unit: MHz), and the thin line shows the measured value of the amount of combination when, as for the thick line in drawing, a 0.15mm laminating gap produces the design value of the amount of combination of a directional coupler between the signal-line ways of a couple.

[0045] According to example B of a comparison which is the conventional laminating type directional coupler, about 1dB of the amounts of combination deteriorates to a 0.15mm laminating gap, and drawing 3 (b) shows that the change of a property to a laminating gap is large. On the other hand, according to example A which is the laminating type directional coupler of this invention, the change of a property to a 0.15mm laminating gap is about  $\pm 0.1\text{dB}$ , and drawing 3 (a) shows that the laminating type directional coupler of the stable property which does not almost have change of a property was obtained as compared with the conventional thing.

[0046] From the above result, according to the laminating type directional coupler of this invention, there was no change of the property by laminating gap, it was stabilized, the desired property could be acquired, and it has checked that it could correspond also to mass production easily.

[0047] In addition, this invention is not limited to the above example and adding change and enhancement in the domain which does not deviate from the summary of this invention does not interfere at all. For example, it is good also as a laminating type directional coupler as discrete part.

[0048]

[Effect of the Invention] In the distribution bond part of the signal-line way of the couple which was formed in the interior of a dielectric substrate according to the laminating type directional coupler of this invention From having arranged these signal-lines way so that it might become parallel mutually before and after the transposition, while crossing by at least one place Even if a laminating gap arises about a signal-line way, the joint degree of the signal-line way of the upper and lower sides by the crossing fraction takes the behavior which is mutually offset by the fraction before and after a transposition. Moreover, in order to take the behavior which is mutually offset when signal-line ways approach and desert in the parallel part before and after a transposition, respectively, Change of a joint property in a distribution bond part was

completed with what there is not, and turns into what is stabilized in the desired fixed electromagnetic-coupling force, and can be obtained as a result, and change of the joint property as a directional coupler almost generates hardly.

[0049] Moreover, according to the laminating type directional coupler of this invention, since change is not produced in the joint property even if a laminating gap arises between signal-line ways, it can correspond also to mass production easily technically, and, also in cost and in time, will become advantageous.

[0050] By the above, according to this invention, there was no change of the property by laminating gap, it was stabilized, the desired property could be acquired, and the laminating type directional coupler which can correspond also to mass production easily was able to be offered.

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] (a) And it is the plan, and the line cross section and A-A'B-B' line cross section of (a) in which (b) - (c) shows an example of the gestalt of operation of the laminating type directional coupler of this invention, respectively.

[Drawing 2] (a) And (b) is the plan showing other examples of the gestalt of operation of the laminating type directional coupler of this invention, respectively.

[Drawing 3] (a) And (b) is the diagram showing the frequency characteristic of the amount of combination of the laminating type directional coupler of the example of this invention, and the example of a comparison, respectively.

[Drawing 4] (a) And (b) is the plan and cross section for explaining the configuration of the conventional laminating type directional coupler, respectively.

[Description of Notations]

11, 16, 19 ..... Dielectric substrate

11a, 11b, 11c ..... Dielectric layer

12 and 13 ..... a grounding -- a conductor

14, 15, 17, 18, 20, 21 ... Signal-line way



03

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number: **11136012 A**

(43)Date of publication of application: **21.05.99**

(51)Int. Cl. **H01P 5/18**

(21)Application number: **09301693**

(71)Applicant: **KYOCERA CORP**

(22)Date of filing: **04.11.97**

(72)Inventor: **IKEDA KOTA**

**(54)LAMINATED DIRECTIONAL COUPLER**

**(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To prevent the fluctuation of a characteristic against lamination shift from becoming large.

**SOLUTION:** This laminated directional coupler consists of a dielectric substrate 11 in which at least three layers of dielectric layers 11a to 11c are laminated, ground conductors 12 and 13 which are formed on both of its principal surfaces and a pair of signal lines 14 and 15 which are formed through the layer 11b inside the substrate 11 and are electromagnetically connected to each other and the pair of the lines 14 and 15 cross at least one place and also are arranged in parallel before and after the crossing. Even if lamination shifts occur, fluctuation of an electromagnetically bonding force owing to the crossing parts seldom exists and a desired characteristic can stably be acquired.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

